

NUMAP0101US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Ura et al.

Art Unit: Not yet known

Express Mail: ER054907062US

Examiner: Not yet known

Filed: Herewith

For: LASER MEASUREMENT APPARATUS

Commissioner for Patents**P.O. Box 1450****Alexandria, VA 22313-1345****TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country: Japan

Application Number: 2003-140253

Filing Date: May 19, 2003



SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No. 26,725

Tel. No. (216) 621-1113

Mark D. Saralino

RENNER, OTTO, BOISSELLE & SKLAR, P.L.L.

1621 Euclid Avenue

Nineteenth Floor

Cleveland, Ohio 44115

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 5月19日

出願番号 Application Number: 特願2003-140253

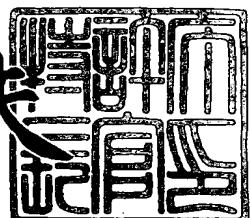
[ST. 10/C]: [JP2003-140253]

出願人 Applicant(s): 株式会社ソアテック

2004年 1月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3001354

【書類名】 特許願
【整理番号】 TSK30013
【提出日】 平成15年 5月19日
【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】
【住所又は居所】 香川県高松市春日町1709-6
株式会社ソアテック内
【氏名】 浦 治男
【発明者】
【住所又は居所】 香川県高松市春日町1709-6
株式会社ソアテック内
【氏名】 小野 実
【発明者】
【住所又は居所】 香川県高松市春日町1709-6
株式会社ソアテック内
【氏名】 大野 泰臣
【特許出願人】
【識別番号】 391030077
【氏名又は名称】 株式会社ソアテック
【代理人】
【識別番号】 100099726
【弁理士】
【氏名又は名称】 大塚 秀一
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 054612
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0007376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 特性の異なるレーザ光を出力する複数のレーザ光発生手段と、前記各レーザ光に対応して設けられ、対応するレーザ光を検出して所定の処理を行う複数の光信号処理手段と、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光を共通の光路を介して対象物に導くと共に前記対象物から戻るレーザ光を前記共通の光路を介して前記光信号処理手段に導く光経路手段とを備えて成ることを特徴とするレーザ測定装置。

【請求項 2】 前記光経路手段には導光手段が含まれ、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光を前記対象物側に導くと共に前記対象物から戻るレーザ光を前記複数の光信号処理手段側に導くように前記導光手段を制御する制御手段を備えて成ることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ測定装置。

【請求項 3】 前記導光手段は反射ミラーであり、前記制御手段は、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光を前記対象物側に反射すると共に前記対象物から戻るレーザ光を前記複数の光信号処理手段側に反射するように前記反射ミラーを制御することを特徴とする請求項 2 記載のレーザ測定装置。

【請求項 4】 前記特性の異なる複数のレーザ光のうちの一つは追尾用のレーザ光であると共に前記レーザ光に対応する光信号処理手段は光位置検出素子を有して成り、

前記制御手段は、前記光位置検出素子の出力信号に基づいて、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光が前記対象物側に反射されるように前記反射ミラーの向きを制御することを特徴とする請求項 3 記載のレーザ測定装置。

【請求項 5】 前記特性の異なる複数のレーザ光には測定スケールの異なる距離を測定するための複数のレーザ光が含まれると共に、前記各レーザ光に対応する光信号処理手段は所定レベル以上の光の有無を検出して、前記光の有無に応じた信号を出力する光検出素子を有し、

前記制御手段は、前記各光検出素子の出力信号に基づいて、基準位置と前記対象物間の距離を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一に記載の

レーザ測定装置。

【請求項 6】 前記光経路手段には光ファイバケーブルが含まれていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一に記載のレーザ測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ光を使用して測定を行うレーザ測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、レーザ光を使用して、対象物の形状測定、対象物の移動速度の測定、複数点間距離の測定等の各種測定を行うレーザ測定装置が開発されている（特許文献 1、特許文献 2 参照）。

例えば、2枚の可動型反射ミラーと、前記各反射ミラーの向きを制御する2つのサーボモータとを有するレーザ測定装置（2サーボ×2ミラー方式のレーザ測定装置）においては、前記2つのサーボモータの回転位置を制御することによって前記2枚の反射ミラーの向きを変化させる。このようにして前記各反射ミラーの向きを種々組み合わせることにより、前記各反射ミラーで反射するレーザ光の方向を変化させ、前記レーザ光を対象物等の所望の方向へ出力し、対象物の形状や距離等の各種測定を行う。

【0003】

また、2つのサーボモータ、1枚の反射ミラー及びジンバル機構を用いるレーザ測定装置（ジンバル方式のレーザ測定装置）においては、前記2つのサーボモータで前記ジンバル機構を回転制御し、前記ジンバル機構によって前記反射ミラーを所望の方向に向ける。これにより、レーザ光を前記反射ミラーによって対象物等に反射させ、対象物の形状や距離等の各種測定を行う。

【0004】

【特許文献 1】

特開2002-82045号公報

【特許文献 2】

特開2002-181533号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した2サーボ×2ミラー方式のレーザ測定装置は、可動型反射ミラーが2枚必要になるため、構成が複雑になるという問題がある。

また、前記従来のジンバル方式レーザ測定装置はレーザ光のP波（縦波）とS波（横波）の仕分けと小型化に難がある。

また、前記各従来のレーザ測定装置が、屋外における距離測定装置として使用される場合には、静止状態にある対象物までの距離は測定可能であるが、対象物が運動体の場合には該対象物までの距離を測ることはできない。従って、前記対象物の速度等も測れないという問題がある。

【0006】

本発明は、レーザ光を使用して測定を行うレーザ測定装置において、簡単な構成で、複数種類の測定を行えるようにすることを課題としている。

また、本発明は、レーザ光を使用して測定を行うレーザ測定装置において、構成簡単、小型化可能で、複数種類の測定を行えるようにすることを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、特性の異なるレーザ光を出力する複数のレーザ光発生手段と、前記各レーザ光に対応して設けられ、対応するレーザ光を検出して所定の処理を行う複数の光信号処理手段と、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光を共通の光路を介して対象物に導くと共に前記対象物から戻るレーザ光を前記共通の光路を介して前記光信号処理手段に導く光経路手段とを備えて成ることを特徴とするレーザ測定装置が提供される。

複数のレーザ光発生手段は、各々、特性の異なるレーザ光を出力する。複数の光信号処理手段は、各レーザ光に対応して設けられ、対応するレーザ光を検出して所定の処理を行う。光経路手段は、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光を共通の光路を介して対象物に導くと共に前記対象物から戻るレーザ

光を前記共通の光路を介して前記光信号処理手段に導く。

【0008】

ここで、前記光経路手段には導光手段が含まれ、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光を前記対象物側に導くと共に前記対象物から戻るレーザ光を前記複数の光信号処理手段側に導くように前記導光手段を制御する制御手段を備えて成るように構成してもよい。

また、前記導光手段は反射ミラーであり、前記制御手段は、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光を前記対象物側に反射すると共に前記対象物から戻るレーザ光を前記複数の光信号処理手段側に反射するように前記反射ミラーを制御するように構成してもよい。

【0009】

また、前記特性の異なる複数のレーザ光のうちの一つは追尾用のレーザ光であると共に前記レーザ光に対応する光信号処理手段は光位置検出素子を有して成り、前記制御手段は、前記光位置検出素子の出力信号に基づいて、前記複数のレーザ光発生手段から出力されるレーザ光が前記対象物側に反射されるように前記反射ミラーの向きを制御するように構成してもよい。

【0010】

また、前記特性の異なる複数のレーザ光には測定スケールの異なる距離を測定するための複数のレーザ光が含まれると共に、前記各レーザ光に対応する光信号処理手段は所定レベル以上の光の有無を検出して、前記光の有無に応じた信号を出力する光検出素子を有し、前記制御手段は、前記各光検出素子の出力信号に基づいて、基準位置と前記対象物間の距離を算出するように構成してもよい。

また、前記光経路手段には光ファイバケーブルが含まれているように構成してもよい。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態に係るレーザ測定装置について説明する。尚、各図において、同一部分には同一符号を付している。

図1は本発明の第1の実施の形態に係るレーザ測定装置の概略構成図、図2は

本発明の第1の実施の形態に係るレーザ測定装置の回路ブロック及び光学系を示す図である。

【0012】

図1及び図2において、レーザ測定装置101は、複数の光信号処理部103、104、105、複数の光フィルタ106、107、データ通信用の通信インターフェース(I/F)108、アンテナ109、複数のモータ110、111、反射ミラー112(モータ111及び反射ミラー112はガルバノミラーを構成する)、制御部102を備えている。

所定位置に固定して使用される主ケース118には、副ケース(以下、可動ケースとも称する。)113がX方向に(即ち、紙面に直交する面内で)回転可能に保持されている。主ケース118と副ケース113との間には、モータ110を含むエンコーダ機能付き回転駆動部(回転駆動機構)1101が設けられており、副ケース113は回転駆動部1101によって、X方向に回転駆動される。

【0013】

副ケース113内には、制御部102、複数の光信号処理部103～105、光フィルタ106、107、通信I/F108、モータ111を含むエンコーダ機能付き回転駆動部(回転駆動機構)1111、反射ミラー112が収容されている。

反射ミラー112は、モータ111を含む回転駆動部1111によってY方向に(即ち、紙面と平行な面内で)回転可能に保持されている。モータ111によってY方向に回転駆動される際の反射ミラー112の回転中心は光路A上にあり又、モータ111によってY方向に回転駆動される際の反射ミラー112の回転軸は光路Aと直交するように構成されている。

【0014】

光路Aを通って反射ミラー112で反射出力された反射光は、トラッキング対象物(測定対象物)の方向に出力される。測定対象物の表面には、反射部材(例えばコーナーキューブ100)が取り付けられており、該対象物(具体的にはコーナーキューブ100)で反射したレーザ光はレーザ測定装置101側へ戻るよう構成されている。

可動ケース113の回転軸は、光路Aと平行になるように構成されている。換言すれば、可動ケース113の回転軸は、モータ111によって回転される反射ミラー112の回転軸と直交するように構成されている。前記回転駆動機構は回転駆動機能、可動ケース113の回転量を検出するエンコーダ機能とを有しており、可動ケース113を連続旋回させることが可能な構成となっている。

【0015】

制御部102はレーザ測定装置101全体の制御、モータ110、111等のレーザ測定装置101の構成要素の制御等を行う。また、制御部102は、光信号処理部103～105で検出した光信号に基づいて対象物のトラッキング制御、対象物までの距離の算出処理、対象物の形状、位置、移動速度、移動方向、所定点から測定対象までの距離等の算出処理等を行う。

【0016】

光信号処理部103は、第1の波長 $\lambda 1$ （例えば、630nm）のレーザ光を光路Aに出力するレーザ光発生部（例えば、半導体レーザ装置LD）115、レーザ光発生部115から入射した光の中の縦波（P波）成分のレーザ光を光路Aに透過出力すると共に外部から光路Aを介して入射したレーザ光の中の横波（S波）成分を光位置検出素子（P S D）117側に反射出力する偏光ビームスプリッタ116、偏光ビームスプリッタ116から出力される横波成分のレーザ光の位置を検出するP S D117を備えている。偏光ビームスプリッタ116は光路Aに一致するように配設されている。P S D117は、受光したレーザ光の位置を検出する機能を有しており、該受光したレーザ光の位置情報を出力信号として制御部102に出力する。尚、レーザ光発生部115から出力されるレーザ光は、測定対象物の追尾用レーザ光として使用する。

【0017】

光信号処理部104は、光信号処理部103が利用するレーザ光の波長 $\lambda 1$ とは異なる第2の波長 $\lambda 2$ （例えば、670nm）のレーザ光を出力するレーザ光発生部（例えば、半導体レーザ装置LD）201、高周波発信器203、レーザ光発生部（LD）201から出力されたレーザ光を高周波発信器203の出力信号によって変調し出力する変調器202、変調器202から出力されたレーザ光

の中の縦波（P波）成分のレーザ光を光路Aに透過出力すると共に外部から光路Aを介して入射したレーザ光の中の横波（S波）成分を位相差比較器204側に反射出力する偏光ビームスプリッタ205、偏光ビームスプリッタ205から出力される横波成分のレーザ光を検出する光検出素子（PD）206を内部に有し、光検出素子206で検出した信号と高周波発信器203から出力される信号との間の位相差に相当する信号を出力する位相差比較器204を備えている。

【0018】

光検出素子206は、所定レベル以上のレーザ光の有無を検出し、前記レーザ光のレベルに応じた信号を出力する。尚、レーザ光発生部201から出力されるレーザ光は、短い距離である第1の測定スケールの距離（例えば1mまでの距離）の測定に使用するものである。

光信号処理部105は、光信号処理部103、104が利用するレーザ光の波長 λ 1、 λ 2とは異なる第3の波長 λ 3（例えば、650nm）のレーザ光を出力する点をのぞいて、光信号処理部104と同様に構成されている。尚、光信号処理部105で利用するレーザ光は、前記第1の測定スケールとは異なる測定スケール、例えば、前記第1の測定スケールよりも長い第2の測定スケールの距離（例えば100mまでの距離）の測定に使用するものである。

【0019】

光フィルタ106は、第2の波長 λ 2のレーザ光を光信号処理部104側に反射すると共に、他の波長の光を透過するフィルタであり、例えばダイクロイックミラーによって構成された周波数依存型のハーフミラーである。光フィルタ106は、光路Aに対して45度傾いた状態で配設されており、光信号処理部104から出力された波長 λ 2のレーザ光は光フィルタ106で反射された後、波長 λ 1のレーザ光と同じように光路Aを進むことになる。

光フィルタ107は、第3の波長 λ 3のレーザ光を光信号処理部105側に反射すると共に、他の波長の光を透過するフィルタであり、光フィルタ106と同様にダイクロイックミラーによって構成された周波数依存型のハーフミラーである。光フィルタ107は、光路Aに対して45度傾いた状態で配設されており、光信号処理部105から出力された波長 λ 3のレーザ光は光フィルタ107で反

射された後、波長 λ 1、 λ 2のレーザ光と同じように光路Aを進むことになる。

【0020】

制御部102には、電気ケーブル114を介して複数のモータ110、111が接続されている。モータ110は、制御部102によって回転制御されるモータであり、制御部102からの制御信号に応答して回転し、回転駆動機構1101により可動ケース113をX方向に回転駆動する。モータ111は、制御部102によって回転制御されるモータで、制御部102からの制御信号に応答して回転し、回転駆動機構1111により反射ミラー112を、X方向と直交する方向であるY方向に回転駆動する。尚、可動ケース113の所定位置からの回転量及び反射ミラーの所定位置からの回転量は、各々、回転駆動機構1101、1111に含まれるエンコーダ機構によって検出される。

【0021】

また、制御部102は、PSD117で検出したレーザ光（戻り光）の位置に基づいて、反射ミラー112から測定対象物側に出力されるレーザ光の方向ずれの量（偏差量）を表す偏差量データを算出し、前記偏差量が零になるように反射ミラー112の是正量を演算し、前記偏差量が零になるようにモータ110、111を制御し、可動ケース113、反射ミラー112を回転駆動する。

通信I/F108は、制御部102で算出したデータ（例えば、所定位置から対象物までの距離、対象物の形状、対象物の移動速度等のデータ）を、アンテナ109から他の電子機器（例えば、データ集計を行うコンピュータ）へ無線送信するためのインターフェースである。

【0022】

光フィルタ106、107、反射ミラー112は共通の光路A上に配設されており、各光信号処理部103～105側から測定対象物側へ出力するレーザ光及び測定対象物側から各光信号処理部103～105側へ戻るレーザ光は前記光路Aを経由するように構成されている。

図示していないが、レーザ測定装置101を駆動するための内蔵バッテリ、或いは、外部交流電源によって動作する仕様においてはスリップリングや変圧ユニット等が設けられている。

【0023】

尚、制御部102はレーザ測定装置101の構成要素の制御や反射ミラー112の回転制御等を行う制御手段、対象物の探査制御を行う探査制御手段、対象物の追尾制御を行う追尾制御手段、距離を算出する距離算出手段、形状を算出する形状算出手段、速度を算出する速度算出手段、加速度を算出する加速度算出手段を構成している。光フィルタ106、107、導光手段を構成する反射ミラー112は光経路手段を構成している。モータ110、111を含む回転駆動機構1101、1111は制御部102とともに反射ミラー112を回転制御する制御手段を構成している。偏光ビームスプリッタ116、205、光位置検出素子117、光検出素子206は光検出手段を構成している。また、光信号処理部103～105は光信号処理手段を構成している。

【0024】

以下、図1及び図2を用いて、本第1の実施の形態に係るレーザ測定装置101の動作を詳細に説明する。

先ず、電源を投入することによってレーザ測定装置101を起動させると、レーザ測定装置101は、モータ110、111を含む回転駆動機構1101、1111（回転駆動機構1101、1111によって自由度が2の回転駆動機構が構成される。）による反射ミラー112の方向制御により、測定対象物を発見する探査モードで動作する。

【0025】

前記探査モードでは、反射ミラー112によって反射出力されるレーザ光が測定対象物（具体的には、測定対象物に取り付けたコーナーキューブ100）に向くように、制御部102がモータ110、111を回転駆動する。

即ち、前記探査モードでは、対象物側（具体的には、対象物に取り付けられたコーナーキューブ100）で反射された波長 λ 1の戻り光の横波がPSD117の所定位置（例えば、PSD117の中心位置）で検出されるようになるまで、制御部102はモータ110、111を回転制御する。これにより、回転駆動機構1101、1111は、反射ミラー112の向きを制御して、対象物側で反射された波長 λ 1の戻り光の横波がPSD117の所定位置で検出されるようにな

る。

【0026】

ここで、制御部102は探査制御手段を構成している。反射ミラー112の向きを時間とともに変えて探査を行う際の反射ミラー112の制御駆動パターン（探査パターン）として、直交軌跡系、斜交軌跡系、円軌跡系（螺旋、同心円方式）等の複数の探査パターンが標準パターンとして、制御部102内のメモリ（記憶手段）に予め準備されている。制御部102は、操作部（図示せず）によって指定された探査パターンを選択して、探査を行う。

【0027】

レーザ測定装置101は、探査モードが終了すると、移動する測定対象物を追尾するために追尾制御モードに移行する。追尾制御モードは、測定対象物が移動した場合に、前記対象物の移動に追従して、レーザ測定装置101から出力されるレーザ光を測定対象物（具体的には、測定対象物に取り付けたコーナーキューブ100）に向かせるために、前記測定対象物からの波長 λ 1のレーザ光がPSD117の所定位置（例えば、座標原点）に戻るように、制御部102がモータ110、111を回転制御するモードである。

即ち、前記追尾制御モードでは、偏光ビームスプリッタ116によって反射された横波の戻り光が光位置検出素子117の所定位置（例えば、座標原点）に戻るように制御部102はモータ110、111を回転制御する。ここで、制御部102は追尾制御手段を構成している。これにより、各光信号処理部103～105のレーザ光発生部115、201、204から出力されたレーザ光は測定対象物を捉えていることになる。

【0028】

追尾制御モードを更に詳述すると、対象物が移動すれば、戻り光の位置はPSD117の所定位置から位置がずれる。制御部102は、この位置ずれ量（偏差量）のX軸成分、Y軸成分を演算して、X軸成分及びY軸成分の是正量を算出する。前記是正量は可動ケース113の回転是正量及び反射ミラー112の回転是正量としてフィードバック制御される。即ち、制御部102は、X軸成分の是正量及びY軸成分の是正量に応じた量だけモータ110、111を回転制御し、こ

れにより、レーザ光 $\lambda 1$ は常に、測定対象物を追尾できることになる。

【0029】

この追尾制御モードにおいて、対象物側からの波長 $\lambda 2$ の戻り光は光信号処理部104に帰還して光検出素子206で検出され、位相差比較器204によって光検出素子206の検出出力信号と高周波発生器203の出力信号との位相差が検出され、該位相差を表す信号（位相差信号）は制御部102に出力される。制御部102は、前記位相差信号に基づいて所定位置（例えば反射ミラー112の中心位置）を基準とする対象物までの距離 r を算出する。これにより、短い第1のスケールでの距離測定が行われる。

【0030】

制御部102が、光信号処理部104からの出力信号に基づいて、所定位置を基準とする対象物の位置を算出する位置算出手段として機能する場合には、制御部102は、回転駆動機構1101による反射ミラー112の所定位置からの回転量 θ 及び回転駆動機構1111による可動ケース113の所定位置からの回転量 ϕ を、各回転駆動機構1101、1111のエンコーダ部からの信号に基づいて判別し、光検出素子206からの信号に基づいて、前記所定位置を基準として、球極座標系の対象物の位置情報（ r ， θ ， ϕ ）を算出する。

【0031】

制御部102で算出した位置情報等のデータは、制御部102から通信I/F108及びアンテナ109を介して他の電子機器（例えば、データ集計を行うコンピュータ）へ無線送信する。

制御部102は、複数点の中心間距離計測等の算出を行うように構成することも可能である。また、制御部102は、制御部102の内部クロックを基準として時間を算出し、対象物の距離情報、位置情報に基づいて対象物の三次元空間における速度、加速度を算出するように構成することも可能である。

尚、長い第2のスケールでの距離測定を行う場合には、光信号処理部105が波長 $\lambda 3$ のレーザ光を利用して前記同様の処理を行い、これによって、前記第1の測定スケールよりも長い第2の測定スケールの距離測定等が行われる。

【0032】

次に、測定対象物の形状や所定点間の距離等の静的な測定を行うモードである走査モードについて説明する。

前述した探査モードは、戻りレーザ光をP S D 1 1 7の所定の検出領域に捉えるまで、所定の探査パターンに従って波長 λ 1のレーザ光で探査し、P S D 1 1 7が戻りレーザ光を検出するように構成している。

一方、走査モードは、前記探査モードで対象物を捉えた状態において、静止物体や動きの遅い移動体の形状等を測定するモードである。即ち、走査モードでは、静止物体や動きの遅い移動体を含む領域について、制御部102からモータ110、111に対して、レーザ光によって適切なパターンで走査を行うための指示を出す。

【0033】

この場合、対象物側からの波長 λ 2の戻り光は光信号処理部105に帰還して、光検出素子206で検出され、位相差比較器204によって位相差が検出され、制御部102によって所定のデータ処理がなされる。制御部102が、光信号処理部104からの出力信号に基づいて、対象物の形状を算出する形状算出手段として機能する場合には、対象物表面の曲面等の形状が算出される。

制御部102で算出した対象物の形状等のデータは、制御部102から通信I／F108及びアンテナ109を介して他の電子機器（例えば、データ集計を行うコンピュータ）へ無線送信する。

【0034】

尚、サイズの大きな対象物の測定を行うために第2のスケールでの測定を行う場合には、光信号処理部105が波長 λ 3のレーザ光を利用して前記同様の処理を行う。これによって、前記第1の測定スケールよりも長い第2の測定スケールでの形状測定等が光信号処理部105を用いて行われ、サイズの大きな対象物の形状等の測定が行われる。

また、前記第1の実施の形態では構成を簡単にするために、反射ミラー112、モータ111を含む回転駆動機構1111以外にも、制御部102、光信号処理部103～105、通信I／F108等の構成要素を可動ケース113内に収容するように構成したが、反射ミラー112及びモータ111を含む回転駆動機

構1111のみを可動ケース113内に収容すると共に、前記他の構成要素は主ケース118内に収容得るように構成してもよい。

【0035】

次に、本発明の第2の実施の形態に係るレーザ測定装置について説明する。

図3は本発明の第2の実施の形態に係るレーザ測定装置の概略構成図、図4は本発明の第2の実施の形態に係るレーザ測定装置の回路ブロック及び光学系の詳細を示す図である。尚、図3及び図4において、図1及び図2と同一部分には同一符号を付しており、それらの部分についての詳細な説明は省略するものとし、主として前記第1の実施の形態と相違する部分について説明する。

図3及び図4において、本第2の実施の形態に係るレーザ測定装置301は、所定位置に固定して使用する固定側部と、狭隘部内等の測定に適した所定位置に配置して使用する移動側部とを備えており、前記固定側部は主ケース302を有し又、前記移動側部は副ケース305を有している

【0036】

主ケース302内には複数の光信号処理部103、104、105、複数の光フィルタ106、107及び通信インターフェース（I/F）108が設けられると共に、主ケース302から突出するアンテナ109が設けられている。光フィルタ106、107等は前記第1の実施の形態と同様に光路A上に配置されている。また、主ケース302内には光信用コネクタ303が設けられている。

一方、副ケース305は、所定位置に固定される台部312と、台部312に對してX方向に（即ち、紙面に直交する面内で）回転可能に保持された可動ケース313とを備えている。

【0037】

副ケース305内には、光信用コネクタ307、光を導くための筒である導光筒308、モータ309を有する回転エンコーダ付き回転駆動部（回転駆動機構）3091、モータ310を有する回転エンコーダ付き回転駆動部（回転駆動機構）3101、反射ミラー311が設けられている。モータ309、310は、電気ケーブル306によって制御部102に接続されており、制御部102の制御によって回転制御される。尚、電気ケーブルを使用せずに、無線によってモ

ータ309、310を回転制御するように構成してもよい。

【0038】

回転駆動機構3091は可動ケース313をX方向に回転駆動し又、回転駆動機構3101は反射ミラー311をY方向に（即ち、紙面に平行な面内で）回転駆動する。また、光信用コネクタ303と光信用コネクタ307は光ファイバケーブル304によって接続されており、狭隘部B等の特定領域の相対変位や欠陥計測が可能なように構成されている。

回転駆動機構3091は、可動ケース313を回転駆動する回転駆動機能及び可動ケース313の回転量を検出するエンコーダ機能とを有している。回転駆動機構3101は、反射ミラー311を回転駆動する回転駆動機能及び反射ミラー311の回転量を検出するエンコーダ機能とを有している。

可動ケース313には透光性の材料によって構成された窓部320が設けられている。

【0039】

可動側部の副ケース305は、狭隘部Bの検査が可能なように、小型ペンシル形状に構成されている。可動ケース313側の内部には回転軸と45度（1自由度の場合）に小型の反射ミラー311を配置している。台部312は、基準となる場所に固定される。2自由度の場合は回転の他両輪軸をスライドさせることで、ミラーの角度を可変にするようになっている。

尚、光ファイバケーブル304、導光筒308は光フィルタ106、107等とともに光経路手段を構成している。また、モータ309を含む回転駆動機構3091、モータ310を含む回転駆動機構3101は制御部102とともに制御手段を構成している。

【0040】

以上のように構成されたレーザ測定装置301は、基本的には前記第1の実施の形態と同様に動作して、所定位置（例えば、反射ミラー311の中心）から狭隘部Bの側壁Cまでの距離、狭隘部Bの側壁Cの形状等を測定する。

但し、本第2の実施の形態では、レーザ光の光路に光ファイバケーブル304が含まれるため、光信号処理部103～105と狭隘部B等の対象物との間で伝

搬するレーザ光は光ファイバケーブル304を通過することになる。また、制御部102の制御の下、反射ミラー311はモータ310を含む回転駆動機構3101によってY方向に回転駆動され、可動ケース313はモータ309を含む回転駆動機構3091によってX方向に回転駆動される。

【0041】

これにより、反射ミラー311はX方向及びY方向に回転駆動され、反射ミラー311を介して光ファイバケーブル304から進むレーザ光は窓部320を介して狭隘部Bに照射される。また、狭隘部Bで反射したレーザ光は窓部320を介して反射ミラー311で反射され、光ファイバケーブル304を介して光信号処理部103～105側へ進むことになる。

制御部102は、光信号処理部103～105からの信号に基づいて、対象物までの距離や形状等を算出し、該算出したデータは、前記第1の実施の形態と同様にして、制御部102から通信I/F108及びアンテナ109を介して他の電子機器（例えば、データ集計を行うコンピュータ）へ無線送信する。

【0042】

尚、前記第1の実施の形態では、測定対象物までの距離は、レーザ測定装置101における所定点（例えば、反射ミラー112の中心）等を基準位置とする位置情報等（絶対情報）を測定することが可能であるが、本第2の実施の形態では、前記可動側部と関連付けられる所定位置を基準とする位置情報等（相対情報）が得られることになる。

本第2の実施の形態に係るレーザ測定装置は、前記第1の実施の形態と同様の効果を奏するばかりでなく、光路内に光ファイバケーブル304が含まれているため、狭隘部Bの測定や陰に隠れた対象物の測定が可能になる。

【0043】

以上述べたように、前記各実施の形態に係るレーザ測定装置によれば、波長などの特性が相互に異なるレーザ光を出力する複数のレーザ光発生部115、201と、前記各レーザ光に対応して設けられ、対応するレーザ光を検出する複数の光検出手段116、117、205、206と、複数のレーザ光発生部115、201から出力されるレーザ光を共通の光路Aを介して対象物に導くと共に前記

対象物から戻る前記レーザ光を前記共通の光路Aを介して前記光検出手段116、117、205、206に導く光経路手段（反射ミラー112、311、光フィルタ106、107、光ファイバーケーブル304）とを備えて成ることを特徴としている。

【0044】

また、前記光経路手段には導光手段の一種である反射ミラー112、311が含まれており、前記複数のレーザ光発生部115、201から出力されるレーザ光を対象物側に導光すると共に前記対象物から戻るレーザ光を前記複数の光検出手段側に導光するように反射ミラー112、311を制御する制御部102及び回転駆動機構1101、1111、3091、3101を備えている。

前記特性の異なる複数のレーザ光のうちの一つは追尾用のレーザ光であると共に前記レーザ光に対応する光検出手段は光位置検出素子117を有して成り、制御部102は、光位置検出素子117の出力信号に基づいて、複数のレーザ光発生部115、201から出力されるレーザ光が前記対象物側に反射されるように反射ミラー112、311の向きを制御する。

【0045】

前記特性の異なる複数のレーザ光には測定スケールの異なる距離を測定するための複数のレーザ光が含まれると共に、前記各レーザ光に対応する光信号処理手段104、105は所定レベル以上の光の有無を検出して、前記光の有無に応じた信号を出力する光検出素子206を有し、前記制御手段は、各光検出素子206の出力信号に基づいて、基準位置と前記対象物間の距離を算出する。

したがって、レーザ光を使用して測定を行うレーザ測定装置において、共通の光路を使用して特性の異なる複数種類のレーザ光を対象物との間で導光しているため、簡単な構成で、複数種類の測定を行うことが可能になる。また、小型化することが可能になる。

【0046】

また、例えば、三次元空間を移動する対象物を探査でき、探査した後、対象物を追尾できる。追尾しながら、位置情報、速度情報等を得ることも可能になる。

また、静止する対象物体（移動速度が遅い対象物を含む）を走査することで、

対象物の三次元形状が計測できる。形状の特徴抽出と適切なデータ処理によって認識できない穴の中心位置や中心間寸法が測れる。

また、光ファイバケーブルを介在させることによって狭隘部でも計測が可能となり、内面アールや管内検査が可能となる。さらに、光ファイバケーブルを介在させることによって、光の直進性が妨げになる環境下や危険区域での計測にも対応できるという効果を奏する。

【0047】

尚、前記各実施の形態では、位置検出装置として光位置検出素子（P S D）を使用したが、受光したレーザ光の位置を検出できるものであればよい。例えば、電荷結合素子（C C D）等を使用することも可能であるが、対象物の探査、走査及び追尾にC C Dを利用した場合、照明が必要になる場合があるが、この点でP S Dを使用した方が優れている。

また、造船所における溶接加工は測量器と経験豊富な人の合図・指示で作業が進められているが、前記実施の形態に係るレーザ測定装置を使用することにより、少人数で、安全確保が図れ、クレーンオペレータも部材間の寸法測定データを共有化でき、迅速な作業が提供される。

【0048】

また、超音波は温度や湿度の影響を大きく受けるため広い範囲についての測定精度確保が困難であり又、C C Dは周囲の照明の影響を大きく受けるため不確定な壁面の検出を精度よく行うことが困難であるが、前記実施の形態によれば、地下格納庫等における搬出入作業に利用することにより、壁面との干渉防止のための位置計測等が可能になり、超音波やC C Dによる方法に比べて高い精度での測定が可能になる。

【0049】

また、クレーンの性能を決定する作業半径計測の現状は、“たわみやガタ”を有するブーム長さをコードリールとエンコーダによって概略計測した値と撓んだブーム起伏角度の値、つまり不確実なデータを基にして割り出している。しかも、吊り荷の揺れが無く又、クレーンが水平堅土上に設置されているという有り得ない仮定の上で行われている。したがって、正確な作業半径を得ることが困難で

ある。前記実施の形態に係るレーザ測定装置を使用すれば、吊り荷の動きに追従して前記吊り荷の位置等を直接測定可能なので、ブームが撓もうとガタがあろうと、荷振れがあろうと、クレーンが傾こうと、クレーン性能にとって最も必要な真の作業半径が得られる。

【0050】

また、長期間にわたってコンクリート打ちのあるダム工事では、オペレータの負担を軽減すべく、クレーンの自動運転を実現するために荷振れ制御が必要となる。この場合に、吊り荷の位置をリアルタイムで測定する必要があるが、前記実施の形態に係るレーザ測定装置はこれを実現できる。

また、地震等による危険区域内の地盤や建築物の狂いを経年的に監視することができるため、予知及び計測評価が可能になる。

【0051】

前記実施の形態に係るレーザ測定装置は種々の分野に利用することが可能である。例えば、屋外・屋内・工場内における移動及び静止する対象物の位置計測、速度計測や寸法計測、形状計測を必要とする建設現場や機械製造ライン、ターンテーブル型製造ラインのワーク位置決め、海上の揺動標点の追尾型位置計測、造船工場での架構計測ツール、地下及びトンネル内ナビゲータ（ポジショニング機能）、地崩れや雪崩など災害予知監視、建設機械の作業半径計測装置、自動運転するクレーン吊り荷の制御用位置座標検出、原子力設備等の地震予知装置等がある。

【0052】

また、他の応用例としては、造船所における溶接架構用の計測手段として、航空機や自動車製造ラインでの三次元計測装置として（位置決め、形状計測など）、プラント現場での鉄塔、配管等の三次元位置計測装置として、原子力施設の危険予知及び安全装置として、地下格納庫のナビゲータとして、クレーン等建設機械自身の安全装置の計測手段として（建屋と建機との距離確保を含む）、クレーン自動運転制御の三次元位置検出装置として、狭隘部の検査・計測装置として、海上ブイとの光伝送装置として、大深度地下空間における計測装置や異常検出装置として等の用途にも利用可能である。

【0053】

また、掘削機のナビゲータとして、車間距離計として、トンネル内の寸法計測装置（トンネル壁の寸法測定、車－トンネル間距離測定、車－車間距離測定）として、グローバルポジショニングシステム（G P S（Global Positioning System））が使えないところでのローカルポジショニングシステム（L P S（Local Positioning System））として（ローカル仕様）、電車車体のねじれ等の計測装置として、事故車のフレームねじれ等計測装置として、セキュリティ装置として（施錠確認、侵入者の威嚇）等、前記以外の種々の用途にも利用可能である。

【0054】

尚、前記実施の形態では、各光信号処理部103～105が利用する特性の異なるレーザ光として、波長の異なるレーザ光を使用したが、位相等の特性の異なるレーザ光を使用してもよい。また、各光信号処理部103～105で検出した信号は、制御部102の所定機能に応じて種々の測定に利用することが可能である。また、レーザ光を対象物等に導くための導光手段として反射ミラーを使用したが、電気等で制御可能な光屈折材料等を導光手段として使用してもよい。また、光信号処理部104を大きな誤差を許容して長距離を測定する際に使用する光信号処理部、光信号処理部105を高精度ではあるが短距離を測定する際に使用する光信号処理部として使用する等の変更も可能である。

【0055】

【発明の効果】

本発明に係るレーザ測定装置によれば、レーザ光を使用して測定を行うレーザ測定装置において、簡単な構成で、複数種類の測定を行うことが可能になる。また、小型化することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態に係るレーザ測定装置の概略構成図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態に係るレーザ測定装置の回路ブロック及び光学系を示す構成図である。

【図3】 本発明の第2の実施の形態に係るレーザ測定装置の概略構成図で

ある。

【図4】 本発明の第2の実施の形態に係るレーザ測定装置の回路ブロック及び光学系を示す構成図である。

【符号の説明】

100・・・コーナーキューブ

101、301・・・レーザ測定装置

102・・・制御手段、探査制御手段、追尾制御手段、距離算出手段、形状算出手段、速度算出手段、加速度算出手段を構成する制御部

103、104、105・・・光信号処理手段を構成する光信号処理部

106、107・・・光経路手段を構成する光フィルタ

108・・・通信インターフェース

109・・・アンテナ

110、111、309、310・・・制御手段を構成するモータ

112、311・・・導光手段及び光経路手段を構成する反射ミラー

113・・・可動ケース

114、306・・・電気ケーブル

115、201・・・レーザ光発生手段としてのレーザ光発生部

116、205・・・光検出手段を構成する偏光ビームスプリッタ

117・・・光検出手段を構成する光位置検出素子

118、302・・・主ケース

202・・・光変調手段を構成する変調器

203・・・高周波信号発生手段を構成する高周波発信器

204・・・位相差比較手段を構成する位相差比較器

206・・・光検出手段を構成する光検出素子

303、307・・・光経路手段を構成する光通信用コネクタ

304・・・光経路手段を構成する光ファイバケーブル

305・・・副ケース

308・・・光経路手段を構成する導光筒

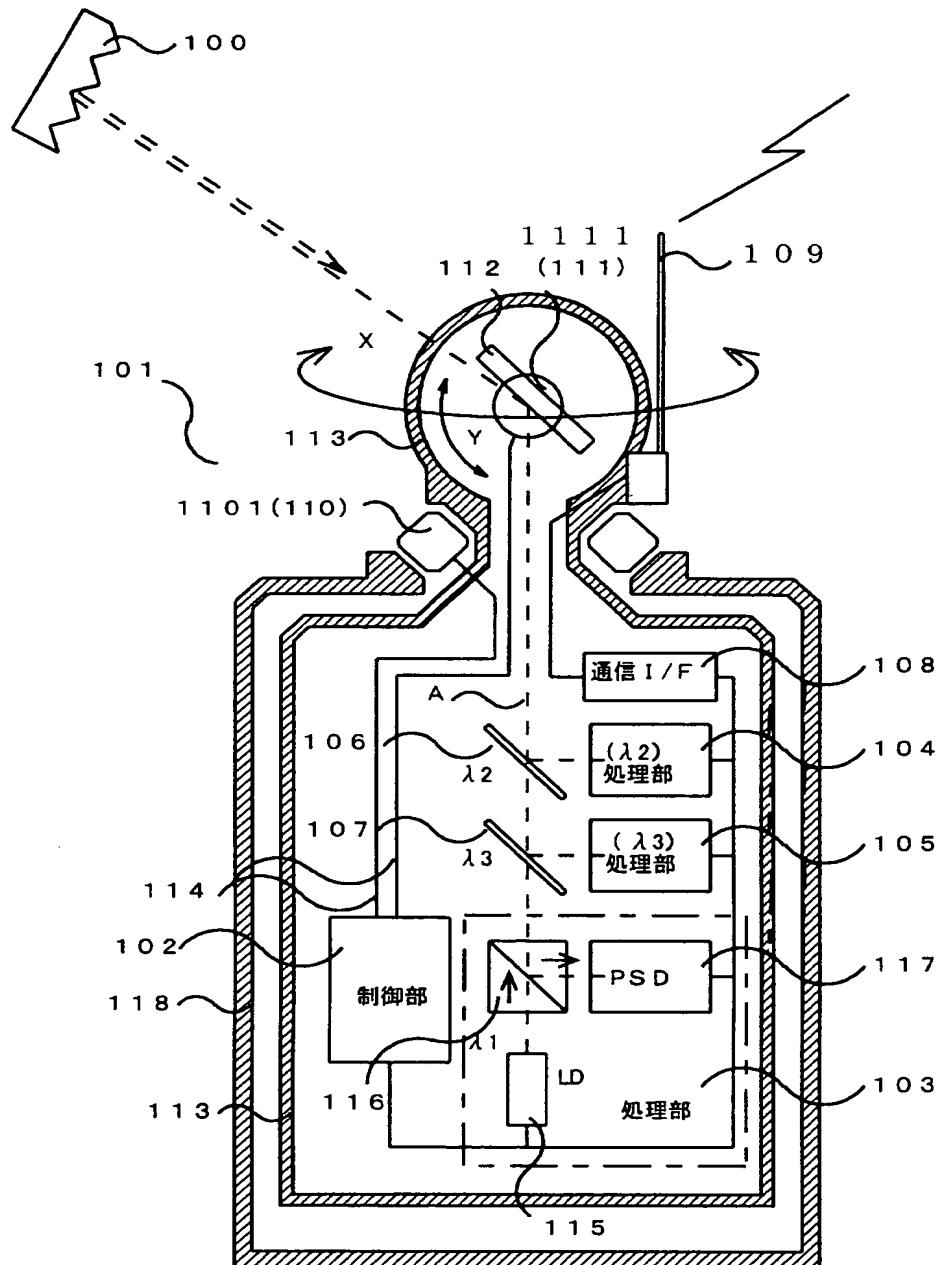
312・・・台部

313 . . . 可動ケース

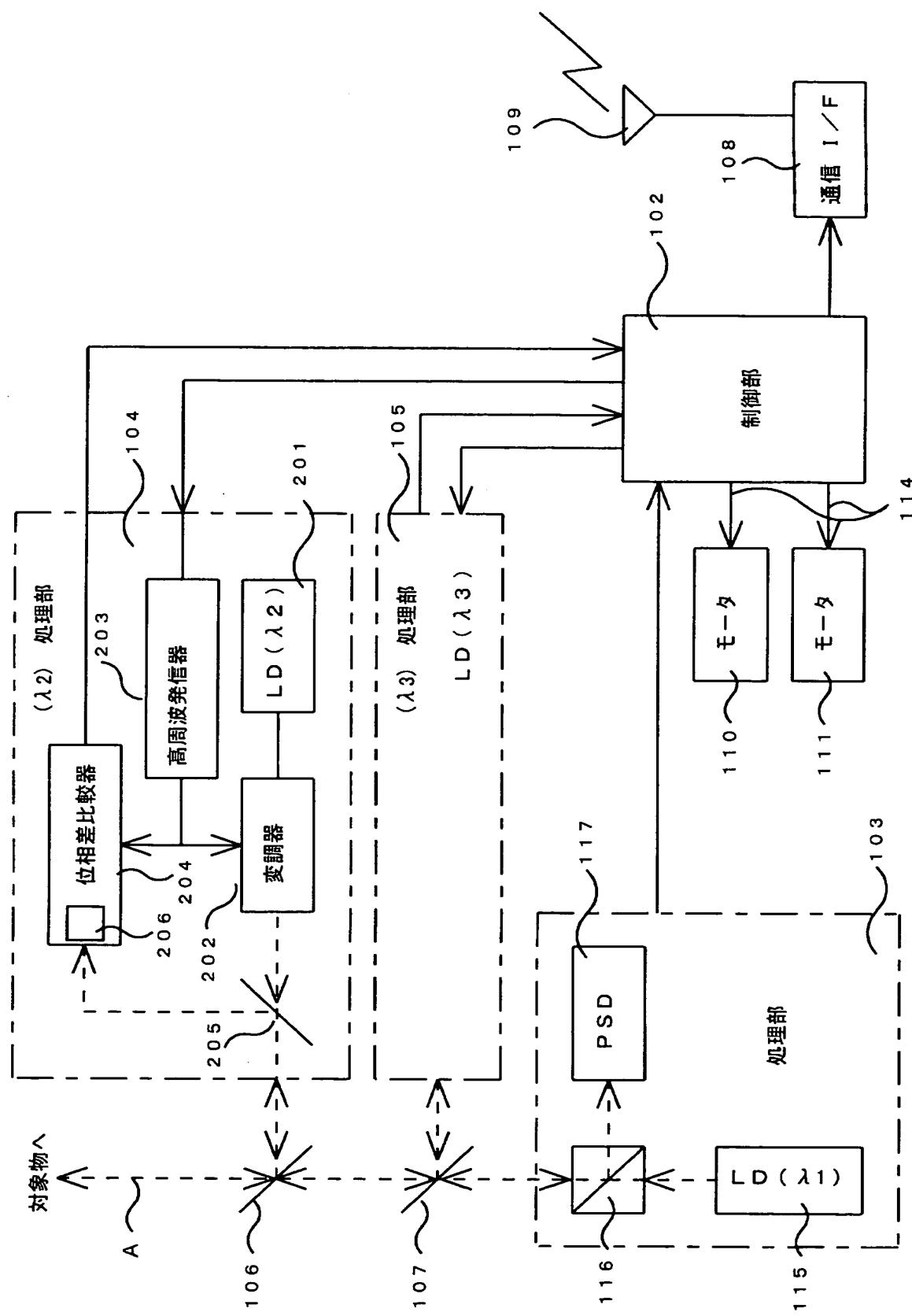
320 . . . 窓部

【書類名】 図面

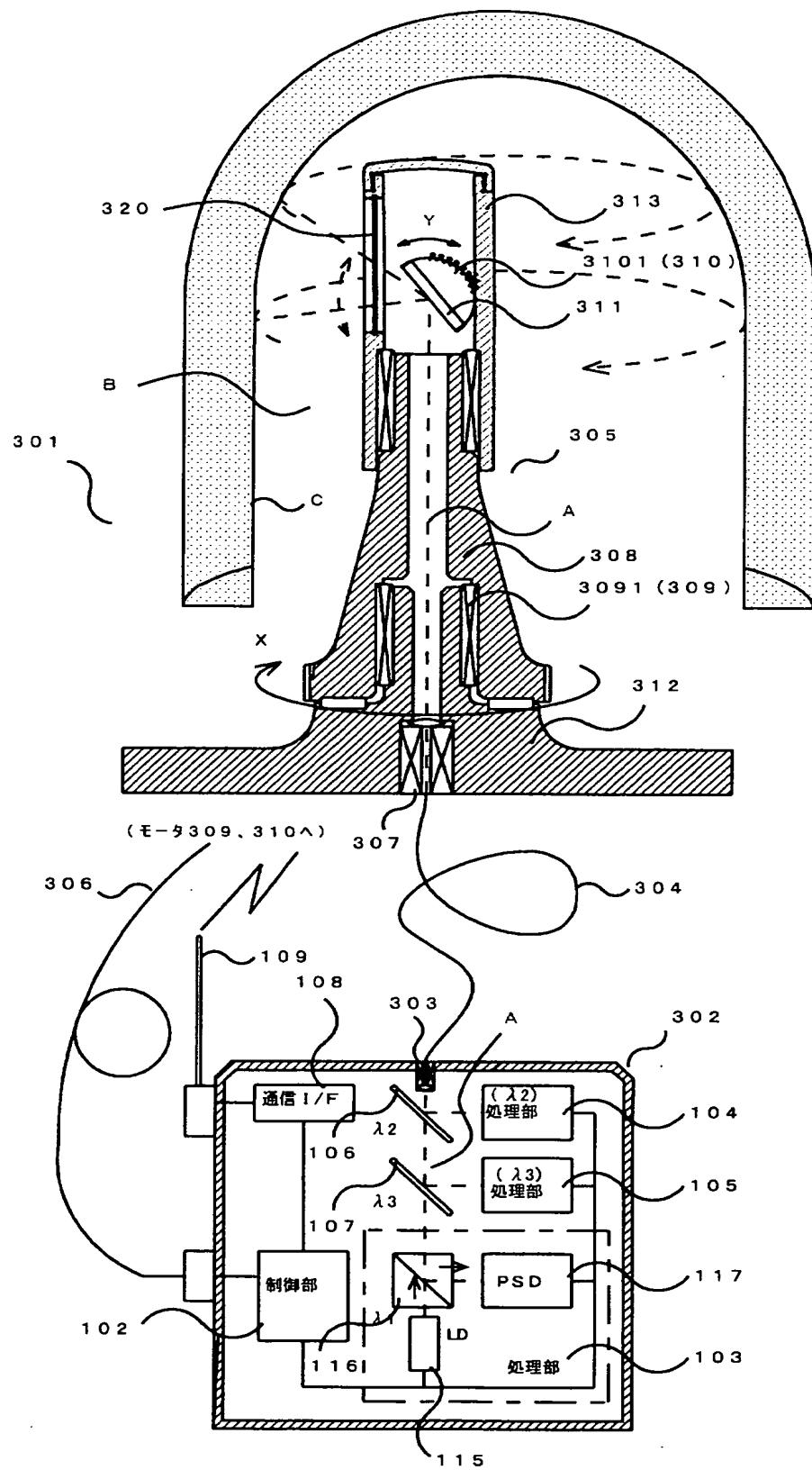
【図1】



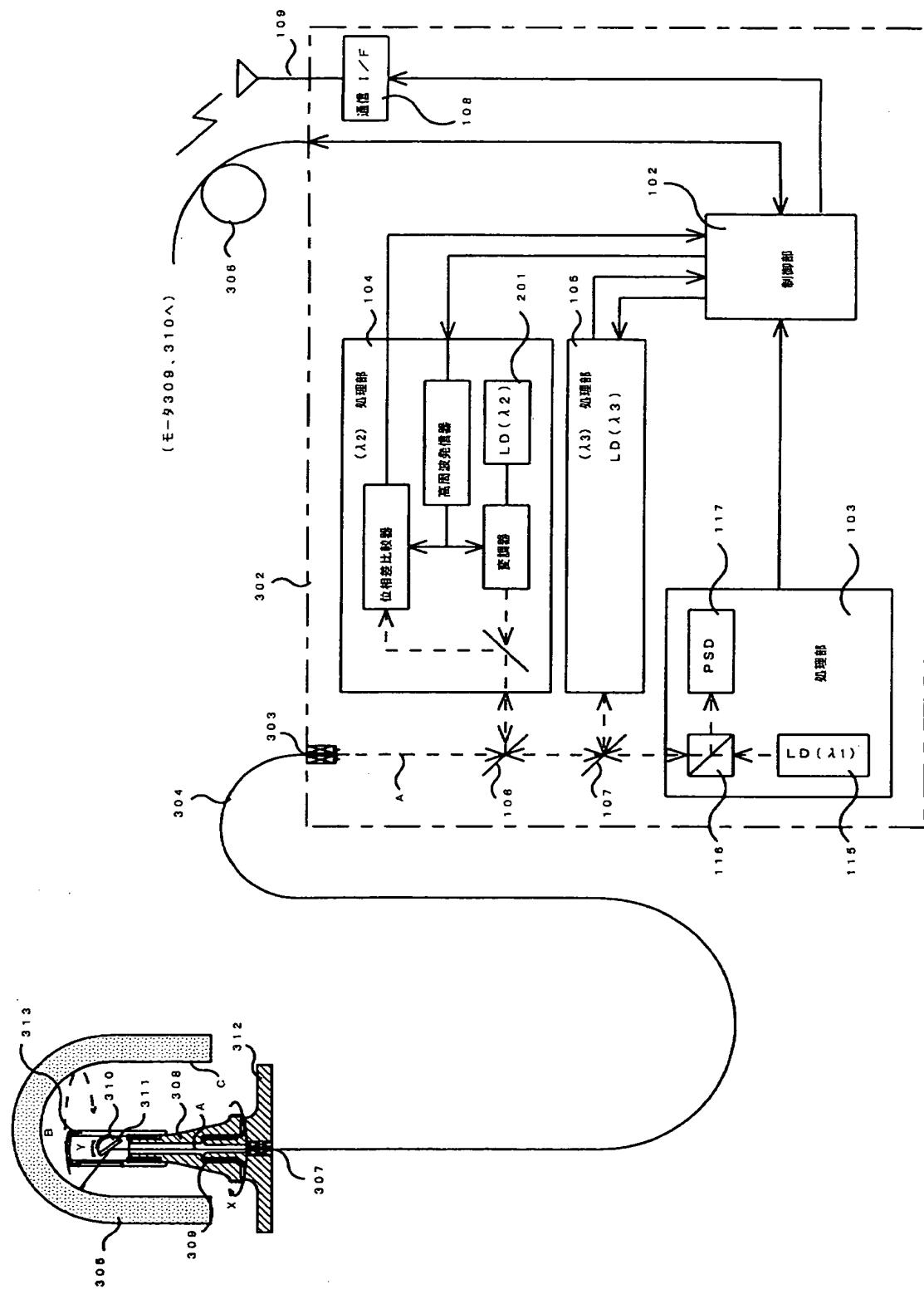
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザ光を使用して測定を行うレーザ測定装置において、簡単な構成で、複数種類の測定を行えるようにすること。

【解決手段】 光信号処理部103、104、105は、互いに波長の異なるレーザ光 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ を、共通の光路Aを介して測定対象物側に出力し、又、測定対象物に取り付けられたコーナーキューブ100で反射したレーザ光を各々検出する。制御部102は、光信号処理部103の光位置検出素子117の所定位置にレーザ光が戻るようモータ110、111を制御し、これによって反射ミラー112の向きを制御して、レーザ光を対象物に追従させる。制御部102は、光信号処理部104、105で検出した信号に基づいて、対象物までの距離、対象物の形状、位置、速度等を算出する。

【選択図】 図1

特願 2003-140253

出願人履歴情報

識別番号 [391030077]

1. 変更年月日 1991年 3月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 香川県高松市春日町1709番地6

氏 名 株式会社ソアテック